

10 Rec'd P 10.1 JIP, 2003

PCT/JP 2004/000650

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

26.1.2004

RECEIVED	
11 MAR 2004	
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 1月27日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-018060
[ST. 10/C]: [JP2003-018060]

出 願 人
Applicant(s): 大宏電機株式会社

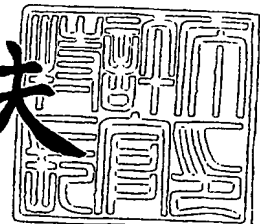
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Best Available Copy

2004年 2月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3013699

【書類名】 特許願
【整理番号】 175-0096
【提出日】 平成15年 1月27日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01R 13/187

【発明者】

【住所又は居所】 東京都豊島区千川 1-9-14

【氏名】 藤田 博之

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区矢口 3-7-3 大宏電機株式会社内

【氏名】 望月 寛人

【特許出願人】

【識別番号】 000205122

【氏名又は名称】 大宏電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 110000154

【氏名又は名称】 特許業務法人はるか国際特許事務所

【代表者】 金山 敏彦

【電話番号】 03-5367-2791

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 185835

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロコネクタ用ソケットの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単結晶シリコンからなる基板に、
受圧部を近傍に有する自由端と該基板に連なる固定端を備えた複数の片持ち梁状の端子台を一体に形成したマイクロコネクタ用ソケットの製造方法であって、
前記基板の一方の面に対しレジストを塗布する工程と、
フォトリソグラフィーで前記端子台をパターンニングする工程と、
異方性エッチングを施し、底を残して所定の高さに前記端子台を形成する工程と、
前記基板の他方の面に対しレジストを塗布する工程と、
フォトリソグラフィーで前記受圧部のパターンニングを行う工程と、
等方性エッチングを施して前記底を除去する工程と
を有するマイクロコネクタ用ソケットの製造方法。

【請求項 2】 単結晶シリコンからなる基板に、
受圧部を近傍に有する自由端と該基板に連なる固定端を備えた複数の片持ち梁状の端子台とガイドピン受け部と該ガイドピン受け部に連なり且つ前記端子台と平行に形成されたガイド溝を一体に形成したマイクロコネクタ用ソケットの製造方法であって、
前記基板の一方の面に対しレジストを塗布する工程と、
フォトリソグラフィーで前記端子台、前記ガイドピン受け部、前記ガイド溝をパターンニングする工程と、
異方性エッチングを施し、底を残して所定の高さに前記端子台を、また前記ガイドピン受け部、前記ガイド溝の窪みを形成する工程と、
前記基板の他方の面に対しレジストを塗布する工程と、
フォトリソグラフィーで前記受圧部のパターンニングを行う工程と、
等方性エッチングを施して前記底を除去する工程と
を有するマイクロコネクタ用ソケットの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、電気コネクタに関するもので、殊にその隣接する接触端子間のピッチが、わずか数百マイクロメータから数十マイクロメータのオーダーという微細なサイズのコネクタ、即ちマイクロコネクタ、のソケットの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来は、隣接する接触端子間のピッチが数百マイクロメータのオーダーの普通サイズの電気コネクタを相似形状に微細化したマイクロコネクタの例がある。即ち、雌側、つまりソケットの基板には複数の音叉型接触端子が用意されており、一方、雄側、つまりプラグの基板には複数の棒状接触端子が設けてある。音叉型接触端子の間に棒状接触端子が進入し、音叉型接触子のバネ力による弾接力で棒状接触子を挟持することによって両者の電氣的接続を達成している。（例えば、特許文献1参照）

【0003】

【特許文献1】

特開2002-246117号公報（図1）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のマイクロコネクタは、隣り合う接触端子間の距離すなわちピッチが数百から数十マイクロメータと微細になると、当然、接触端子そのものも細く、そして薄くなり、一般に広く用いられているリン青銅などの金属から成る接触端子では、上記弾接力が不足して両接触端子の電氣的接続が危ういものとなって来る。換言すれば、マイクロコネクタにあっては、この弾接力の向上が解決を迫られる課題の一つであった。

【0005】

そこで、本発明は、弾接力の向上を図ったマイクロコネクタのソケットの製造方法を提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明は、一つの基板に対して垂直方向に基板をえぐり出して片持ち梁状の端子台を形成し、且つその端子台より若干高い受圧台を該端子台に形成すると共に、端子台と受圧台を滑らかに連結してなるソケットのマイクロマシーニング技術を駆使した製造方法である。

【0007】

そこで、本発明では、単結晶シリコンからなる基板に、受圧部を近傍に有する自由端と該基板に連なる固定端を備えた複数の片持ち梁状の端子台を一体に形成したマイクロコネクタ用ソケットの製造方法であって、前記基板の一方の面に対しレジストを塗布する工程と、フォトリソグラフィーで前記端子台をパターンニングする工程と、異方性エッチングを施し、底を残して所定の高さに前記端子台を形成する工程と、前記基板の他方の面に対しレジストを塗布する工程と、フォトリソグラフィーで前記受圧部のパターンニングを行う工程と、等方性エッチングを施して前記底を除去する工程と、を有するマイクロコネクタ用ソケットの製造方法とした。

【0008】

これによって、基板にバネ特性に優れたシリコンを用い、弾接部の形状を片持ち梁状の端子台としたから、そのバネ特性を生かしたものとなり、両導線の電氣的接合を確かなものにしたマイクロコネクタが得られ、その製造方法として基板に単結晶シリコンを採用すると共に異方性エッチング技術と等方性エッチング技術を巧みに組み合わせて使うことにより、微細な加工を精密にしかも容易に行うことができる。殊に、受圧部と後述するソケット導線とを滑らかに連絡するように該受圧部を台形に形成するに当たり、所定の深さまで基板を異方性エッチングで垂直方向の加工を施した後に、その裏面に等方性エッチングを施してエッチング残部を除去しつつ、該台形を形成するようにしたから、研磨と言った機械的加工工程を排除して、極めて精巧な微細加工を、クリーンに、しかも安価に提供することができる。

【0009】

また、本発明において、単結晶シリコンからなる基板に、受圧部を近傍に有する自由端と該基板に連なる固定端を備えた複数の片持ち梁状の端子台とガイドピン受け部と該ガイドピン受け部に連なり且つ前記端子台と平行に形成されたガイド溝を一体に形成したマイクロコネクタ用ソケットの製造方法であって、前記基板の一方の面に対しレジストを塗布する工程と、フォトリソグラフィーで前記端子台、前記ガイドピン受け部、前記ガイド溝をパターンニングする工程と、異方性エッチングを施し、底を残して所定の高さに前記端子台を、また前記ガイドピン受け部、前記ガイド溝の窪みを形成する工程と、前記基板の他方の面に対しレジストを塗布する工程と、フォトリソグラフィーで前記受圧部のパターンニングを行う工程と、等方性エッチングを施して前記底を除去する工程と、を有するマイクロコネクタ用ソケットの製造方法とすることができる。

【0010】

これによれば、基板にバネ特性に優れたシリコンを用い、弾接部の形状を片持ち梁状の端子台としたから、そのバネ特性を生かしたものとなり、両導線の電気的接合を確かなものにしたマイクロコネクタが得られ、その製造方法として基板に単結晶シリコンを採用すると共に異方性エッチング技術と等方性エッチング技術を巧みに組み合わせて使うことにより、微細な加工を精密にしかも容易に行うことができる。殊に、受圧部と後述するソケット導線とを滑らかに連絡するように該受圧部を台形に形成するに当たり、所定の深さまで基板を異方性エッチングで垂直方向の加工を施した後に、その裏面に等方性エッチングを施してエッチング残部を除去しつつ、該台形を形成するようにしたから、研磨と言った機械的加工工程を排除して、極めて精巧な微細加工を、クリーンに、しかも安価に提供することができる。さらに、ガイドピン受け部とガイド溝を端子台と同時にまた一体に形成できるので微細なマイクロコネクタにとって重要な接触位置精度を確実に保持できる。

【0011】

本発明は、シリコンのバネ特性が通常用いられているリン青銅などの金属以上に優れており、且つ微細化してもその特性が失われないこと、並びにこのシリコンの内、単結晶シリコンはマイクロマシーニング技術によってその微細加工が極

めて精密且つ容易にできることに着目し、ソケットの基板を単結晶シリコン製となし、そこにマイクロマシーニング技術によって受圧台を備えた片持ち梁状の端子台を形成し、更にその上にソケット導線を配し、もってプラグ導線が受圧台に押し当てられた際、その押圧力によって片持ち梁状の端子台が撓むことを許容してそのバネ力を醸し出し、反発力を得て両導線を堅固に弾接させるとするのに最適なマイクロコネクタ用ソケットの製造方法としたものである。

【0012】

因みに、一般的に音叉型接触端子に用いられているリン青銅に対し、シリコンの機械特性を表1に示す。

【表1】

接触端子材料	ヤング率	降伏(強度)	備 考
リン青銅	110GPa	400MPa	合金番号:C5191
シリコン	190GPa	7000MPa	Si単結晶:110面

【0013】

シリコンはリン青銅に比べてヤング率(剛性)で1.7倍、降伏強度(粘り強さ)で17倍もあり、微細化に伴ってその変位量も極小になって粘り強さが得難くなる所、大きな剛性がこれを補って優れたスプリング特性を維持できるのである。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態を図を参照しつつ説明する。

【0015】

図1は、本発明の一実施形態であるマイクロコネクタの一方側、即ちソケット10の上面側から見た斜視図で、その基板11はその結晶が110面の単結晶シリコンからなり、そのL(全長)×W(全幅)×H(全高)は各々、例えば10ミリメートル×6ミリメートル×0.2ミリメートル(基板高さ)であり、ソケット全体の高さとしては0.5ミリメートルと、極めて小さいものである。片持

ち梁状に形成された複数の端子台 14 は、その自由端 12 が基板 11 の内方向にあり、固定端 13 は基板 11 に連なって各端子台 14 は基板と一体に形成されている。つまり、端子台 14 は基板 11 の不要な部分を除去して形成される。因みに、隣接する端子台 14 間のピッチ P は 200 乃至 40 ミクロンと言った微細なものである。この端子台 14 の上面には、固定端 13 から自由端 12 に向かって延びるソケット導線 15 が配され、更に自由端 12 の近傍には僅かに高さ t だけ高くなった受圧部 16（この例では方形の台形状）が形成されている。

【0016】

なお、図中の矢印 Y は、後述するプラグ 20 の挿入方向を示しており、また、図 1 (C) から明らかな様に、この実施例では、プラグ 20 の挿入側の基板 11 に固定端 13 を連ねた端子台 14 とその反対側基板 11 に固定端 13 a を連ねた端子台 14 a とを備え、その自由端 12, 12 a の近傍に設けられた受圧部 16 を千鳥状に配置して端子間密度を倍加している。勿論、このような千鳥状配置でなく端子台 14 間の密度を上げて構成することもできる。この場合端子台の長さには必要に応じより長くすることができる。

【0017】

更に、図 1 (B) から明らかな様に、この実施の例では、受圧部 16 が台形状になっていて、導線 15 から該受圧部 16 への連絡が滑らかになっており、後述のプラグ導線 21 がソケット導線 15 を滑って行って該受圧部 16 に乗り上げる動作を円滑にできるようにしてある。加えて、段部 D は後述の受納空隙部 C を形成するための段差を形成する。この段差は後述のハウジング 19 の高さを高くして基板 11 から無くすることもできる。

【0018】

また、基板 11 には前記端子台 14 と平行に、ガイド溝 18 が設けられており、該ガイド溝 18 にはガイドピン受け部 17 が連なっている。

【0019】

これら端子台 14, ガイドピン受け部 17, ガイド溝 18 は、いずれも前記基板 11 の全高 H より僅かに薄く厚さ T を持っていて、基板 11 を刳り抜いて形成されている。

【0020】

更に、シリコン製ハウジング19は、後述するコネクタの他方側、即ちプラグ20を基板11の段部Dと協同して迎え入れ、且つ保持する受納空隙部Cを形成すると共に、前記端子台14の受圧部16を覆うことができる様に、基板11の上に搭載される。

【0021】

図2は、プラグ20を裏側から見た斜視図を示しており、前記ソケット導線15、或いは受圧部16に対応する複数のプラグ導線21と、ガイド溝18に対応するガイドピン22が、プラグ基板23に形成されている。因みに、前記受圧部16が千鳥状に形成されていることに対応させて該プラグ導線21のピッチpは、前記ソケット導線15のピッチPのほぼ2分の1とされている。そしてこのプラグ基板23の厚さhは、前記受納空隙部Cの高さに対応させてある。また、ガイドピン22は先細りの形状となっていて、上方から前記ガイドピン受け部17に遊嵌した後、ガイド溝18に進めて位置決めをする際の動作の円滑性を確保している。

【0022】

なお、プラグ基板23は、ソケット10の基板11と同様に単結晶シリコン製であっても良いが、この実施の例ではプラグ基板23にエッチングを施す必要のない構造としたので、ガラス、ガラスエポキシなどを採用することができる。

【0023】

また、基板11とプラグ基板23の表面は、酸化シリコン(SiO_2)などで絶縁しており、その上にそれぞれ導線15、プラグ導線21が配されていて、不測のショートなどに備えてある。

【0024】

次にこのマイクロコネクタの作用を説明する。

【0025】

コネクタとしてソケット10とプラグ20を連結するには、先ずはじめに図2に示すプラグ20の上下面を裏返して図3のごとく、ガイドピン22を図1に示すソケット10のガイドピン受け部17に遊嵌させて大まかな位置合わせを行い

、続いて図1の矢印Yで示す方向にプラグ20を押し進めてガイド溝18の中にガイドピン22を侵入させつつ、プラグ20の大半がソケット10の受納空隙部Cに入り込み、微細な位置決めを伴ったソケット・プラグの結合が達成される。即ち、プラグ導線21が所定の受圧部16に乗り上げ、両導線15、21の電氣的接続が完結することになる。

【0026】

この時、図4に示す様に、プラグ導線21が受圧部16に乗り上げて押圧するので受圧部16は高さt相当分、下方に変位させられることになり、端子台14の自由端12が歪むことになるが、基板11がシリコンでできていて優れたバネ力を端子台14が発揮するため、プラグ導線21と受圧部16の弾接を確かなものにすることができる。

【0027】

次に上記の実施の形態に適用される本発明に基づくマイクロコネクタの製造方法の一例を説明する。

【0028】

まず、プラグ20のプラグ基板23にプラグ導線21やガイドピン22を形成する手段に触れておく。これには、公知の電気メッキ或いは無電解メッキによる金属の堆積、即ち電鍍技術が採用されている。しかし、それ以外の技術を採用することも可能である。

【0029】

次に、ソケット10の基板11に片持ち梁状の端子台14、ガイドピン受け部17、ガイド溝18を形成する方法につき、図5(A)～(P)に基づいて説明する。

(A) 単結晶シリコン製の基板11の両面に熱酸化によってシリコン酸化膜Fを成形する(熱酸化工程)。

(B) その一方の酸化膜F上にレジストRを塗布し、そこに紫外線露光し、端子台14の輪郭、ガイドピン受け部17、ガイド溝18のパターニングを行う(フォトリソグラフィ工程)。

(C) このパターンに倣い、レジストRによるマスキング以外の部分のシリコン

酸化膜Fをエッチングして除去し、酸化膜Fでパターニングのマスクを成形する（酸化膜エッチング工程）。

(D) ここでD e e p R I Eなどの乾式異方性エッチング、或いはK O H等の湿式アルカリ異方性エッチングを施し、基板11を垂直方向にえぐり出して端子台14、ガイドピン受け部17とガイド溝18の輪郭を浮かび上げる。なお、このとき、エッチングは貫通させず、前記段部Dもしくは受圧部16の厚さt相当のエッチング残部Eを残しておく（異方性エッチング工程）。

(E) 次に基板11を反転させて未加工の面を出し、シリコン酸化膜Fの上にレジストRを塗布し、前記段部D及びに受圧部16のパターニングを行い、レジストRによるマスクを酸化膜F上に形成する（フォトリソグラフィ工程）。

(F) この残存レジストRをマスクとして酸化膜Fをエッチングして段部D及びに受圧部16に相当する部分にのみ酸化膜Fを残す（酸化膜エッチング工程）。

(G) そしてこの基板11にフッ酸・硝酸混合液などによる等方性エッチングを施し、前記エッチング残部Eを除去する（等方性エッチング工程）。

(H) こうして、拡大した図5（H）に示す様に、等方性エッチングによるアンダーカット浸食作用で、マスクである酸化膜Fを残してその下面がえぐられる様に加工され、受圧部16はほぼ方形の台形状に成形される。

(J) 図5（J）は受圧部16の縦断面で、マスクとして残っている酸化膜F、アンダーカットでえぐられ、結果として台形状（断面形状として屋根型）に形成された受圧部16と端子台14を示す。

(K) 続いてシリコン基板11の全面に、再び熱酸化によってシリコン酸化膜Fを生成し、絶縁する（熱酸化工程）。

(L) 次に、この酸化膜Fの上にソケット導線15を配設するため、該導線15のパターンkを切り抜いたシャドーマスクSを基板11に搭載・密着させ、スパッタリングを施して導線パターンKの金属膜を、端子台14並びに受圧部16の上面に、生成させる（メタライゼーション工程）。

(M) この導線パターンKの金属膜は薄いので、メッキによってその厚さを増し、所定の厚みを確保する（メッキ工程）。

(P) この結果、端子台14の縦断面図に示す様に、端子台14及び受圧部16

に、所定の厚さの導線パターンKが形成され、且つ両者を滑らかにつなぐ傾斜面にも同様に導線パターンKが形成される。

【0030】

図5の(R)乃至(U)では、ハウジング19の製造方法の例を示す。

(R) ハウジング19も単結晶シリコン製で、前記(A)と同様、その表面に熱酸化によってシリコン酸化膜Fを生成し(熱酸化工程)、

(S) その上にレジストRを塗布し、更にそこをシンクロトン放射光を照射し、前記段部Dに対応する部位に段部Gを形成するためパターニングを行う(フォトリソグラフィ工程)。

(T) このパターンに倣い、レジストRによるマスクング以外の部分のシリコン酸化膜Fをエッチングして除去し、酸化膜Fで段部Gに相当する部位のマスクを成形する(酸化膜エッチング工程)。

(U) ここでDeepRIEなどの乾式異方性エッチング、或いはKOH等の湿式アルカリ異方性エッチングを施し、ハウジング19を垂直方向に浸食し、段部Gを成形、ハウジング19を完成させる(異方性エッチング工程)。

(V) このハウジング19を上下反転させ、前記ソケットの基板11に搭載、両者を接着その他のいずれかの手段で結合し、ソケット10が完成する(結合工程)。

【0031】

端子台14が力を受けて曲がることのできるためには、曲がる方向に“逃げ”が必要だが、これはソケット導線15と反対側の端子台14の裏面をエッチングでカットすればできる。他の方法としては、取り付け回路基板などの相手側との関係で隙間を設けてこの“逃げ”を作ることも可能である。

【0032】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、基板にバネ特性に優れたシリコンを用い、弾接部の形状を片持ち梁状の端子台としたから、そのバネ特性を生かしたものとなり、導線の電氣的接合を確かなものにしたマイクロコネクタが得られ、その製造方法として基板に単結晶シリコンを採用すると共に異方性エッチング技術

と等方性エッチング技術を巧みに組み合わせて使うことにより、微細な加工を精密にしかも容易に行うことができる。殊に、受圧部と後述するソケット導線とを滑らかに連絡するように該受圧部を台形に形成するに当たり、所定の深さまで基板を異方性エッチングで垂直方向の加工を施した後に、その裏面に等方性エッチングを施してエッチング残部を除去しつつ、該台形を形成するようにしたから、研磨と言った機械的加工工程を排除して、極めて精巧な微細加工を、クリーンに、しかも安価に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による一実施の形態としてのマイクロコネクタのソケットを上方から見た概観斜視図で、(A) はソケット全体を示し、(B) は端子台を分離し拡大して示し、(C) はハウジングを除去して基板部分のみを示す。

【図 2】 図 1 のマイクロコネクタのプラグを裏側から見た概観斜視図である。

【図 3】 図 1 と 2 に示した、ソケットとプラグとの接続手順を説明するコネクタの概観斜視図である。

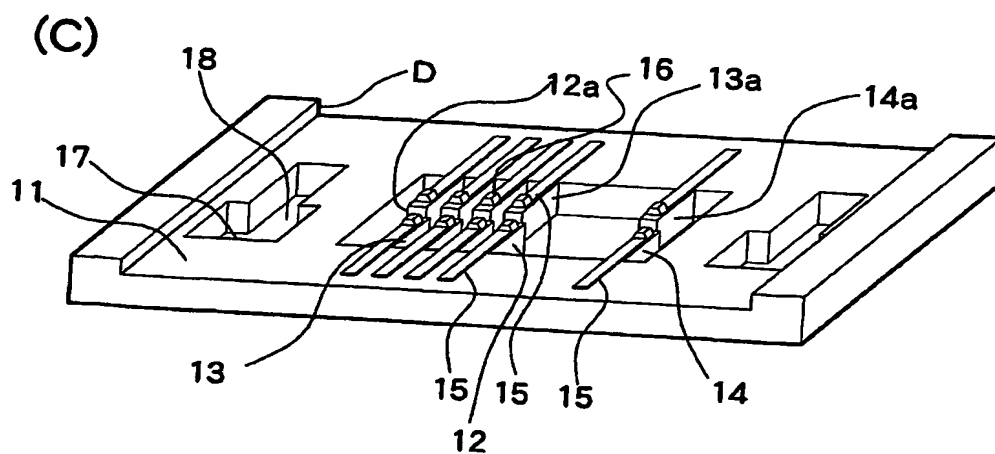
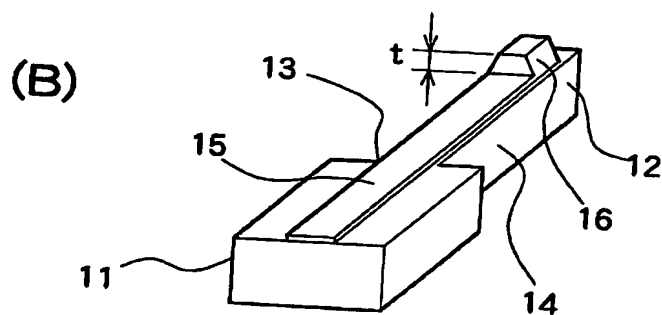
【図 4】 図 3 の A-A 断面図である。

【図 5】 図 1 に示した実施の形態のソケットの製造方法の説明図であり、(J) と (P) とは断面図、他は斜視図である。(A) 乃至 (P) は、基板の製造方法を示し、(R) 乃至 (U) はハウジングの製造方法を示す。

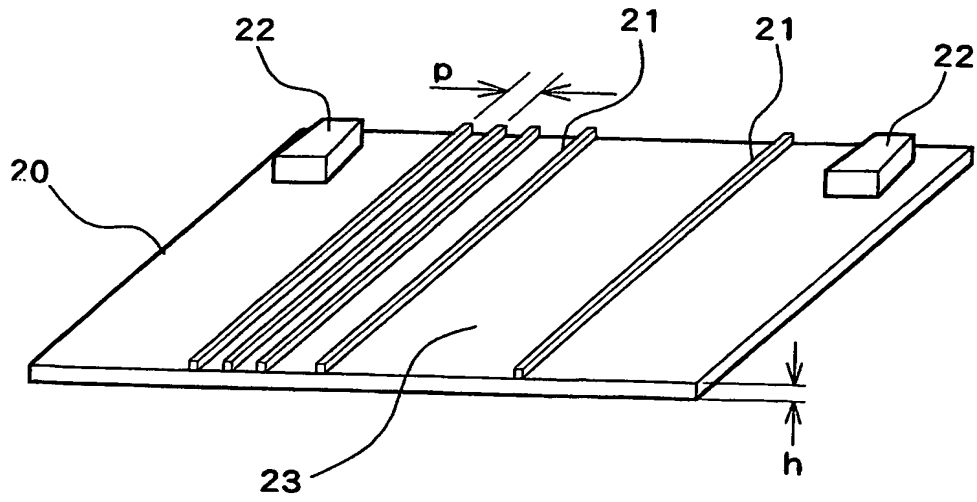
【符号の説明】

10 ソケット、11 (シリコン) 基板、12, 12a 自由端、13, 13a 固定端、14, 14a 端子台、15 ソケット導線、16 受圧部、17 ガイドピン受け部、18 ガイド溝、19 ハウジング、20 プラグ、21 プラグ導線、22 ガイドピン、23 プラグ基板、C 受納空隙部、D, G 段部、E エッチング残部、F シリコン酸化膜、H 全高、K 導線パターン、R レジスト、S シャドーマスク。

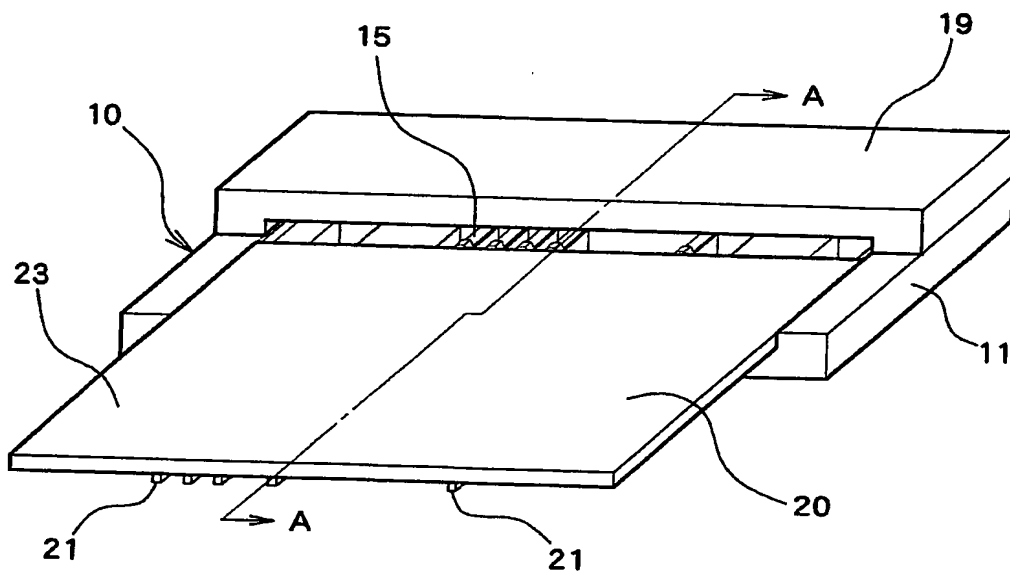
凶面



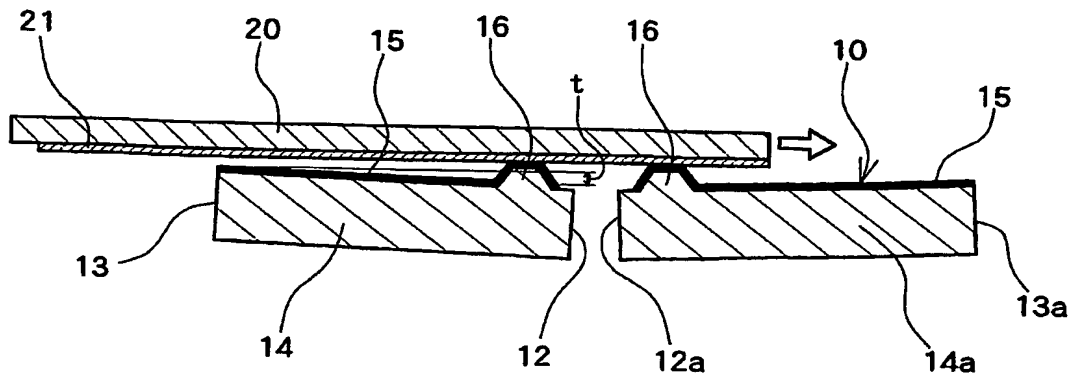
【図 2】



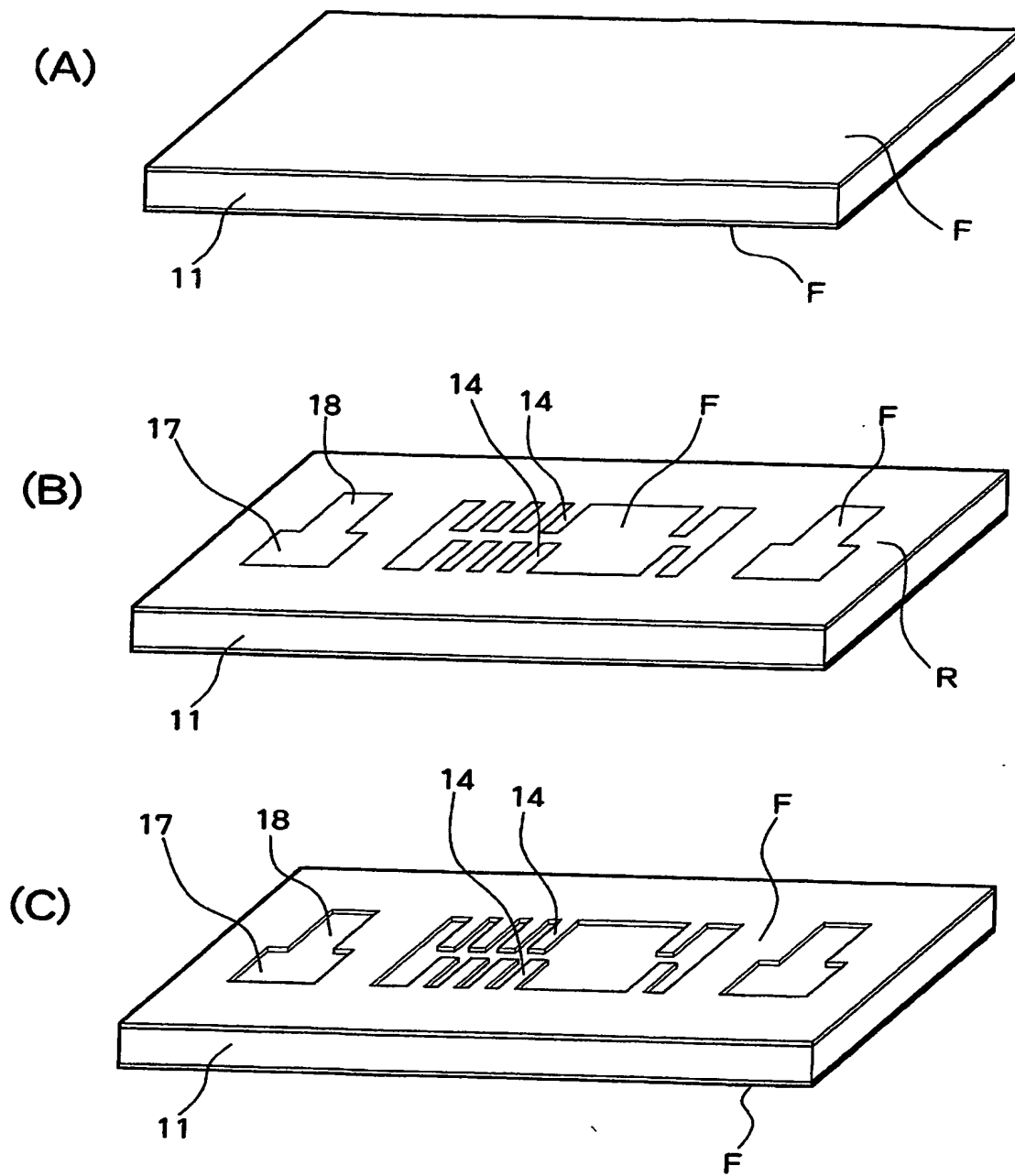
【図 3】

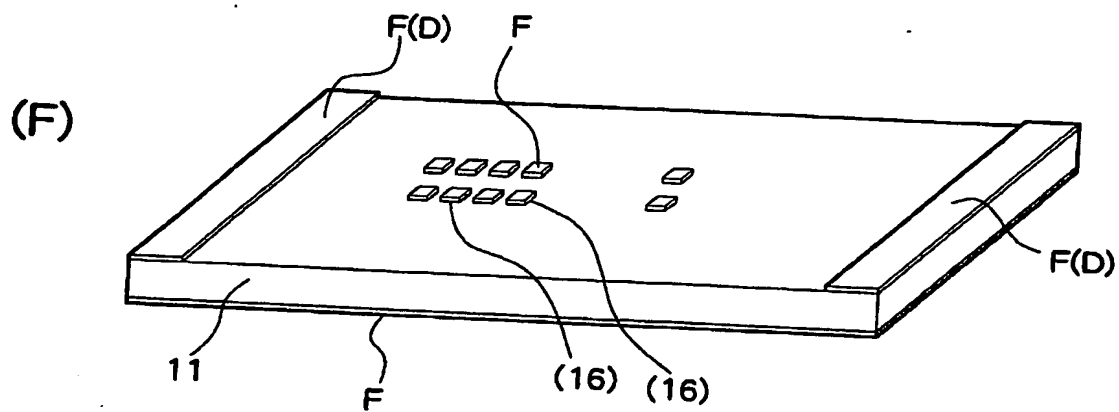
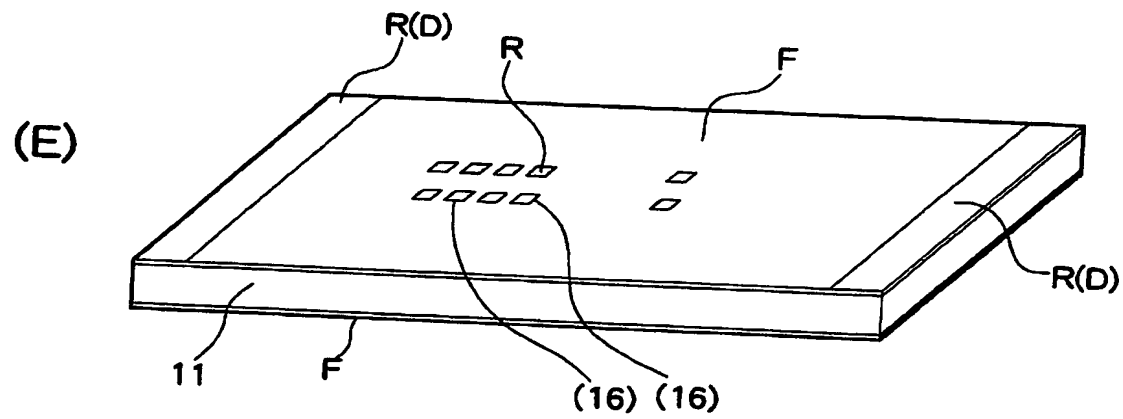
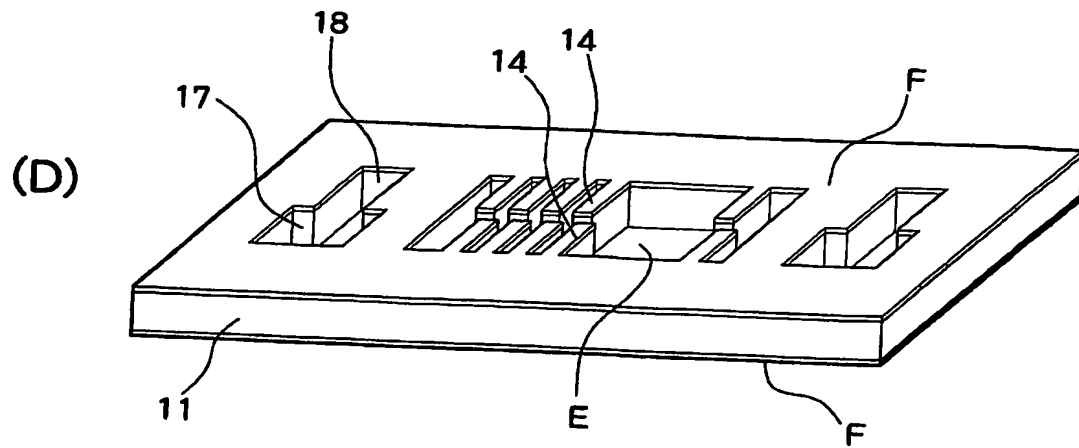


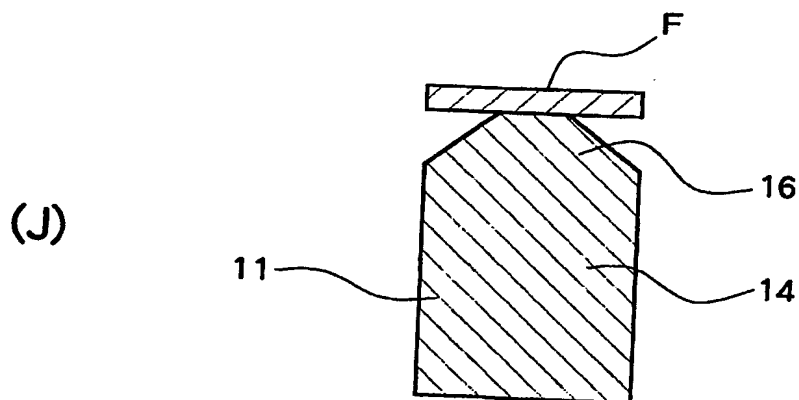
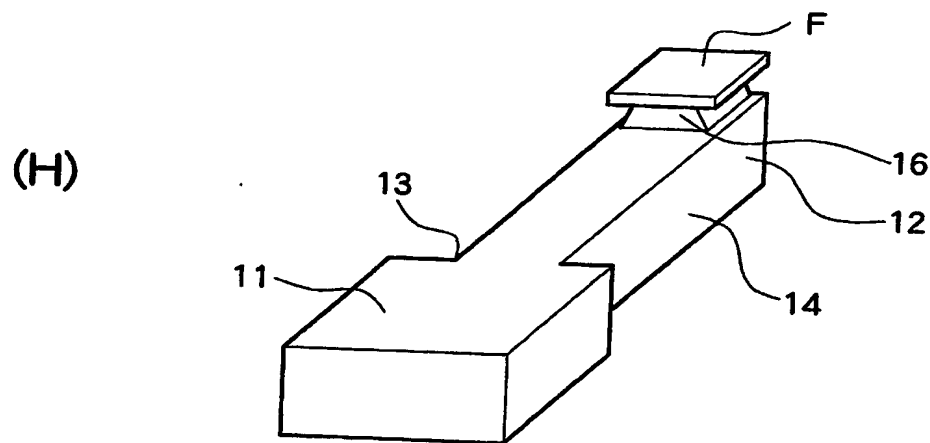
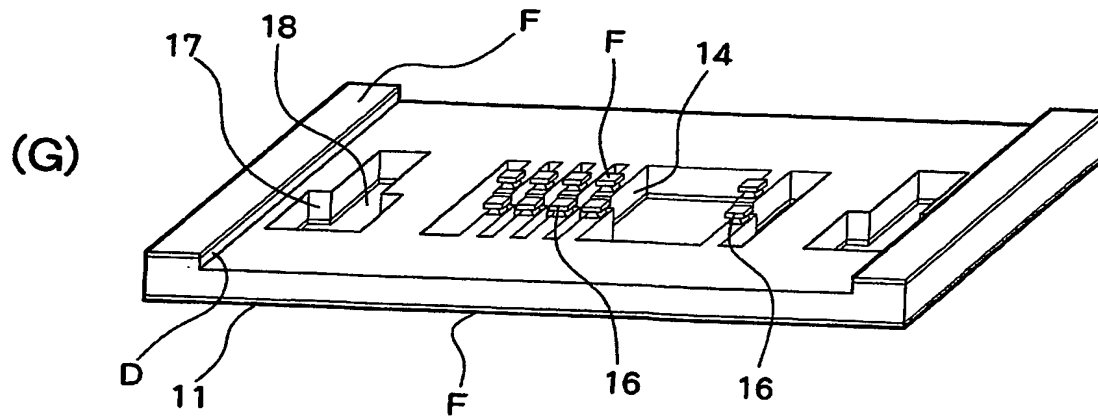
【図 4】

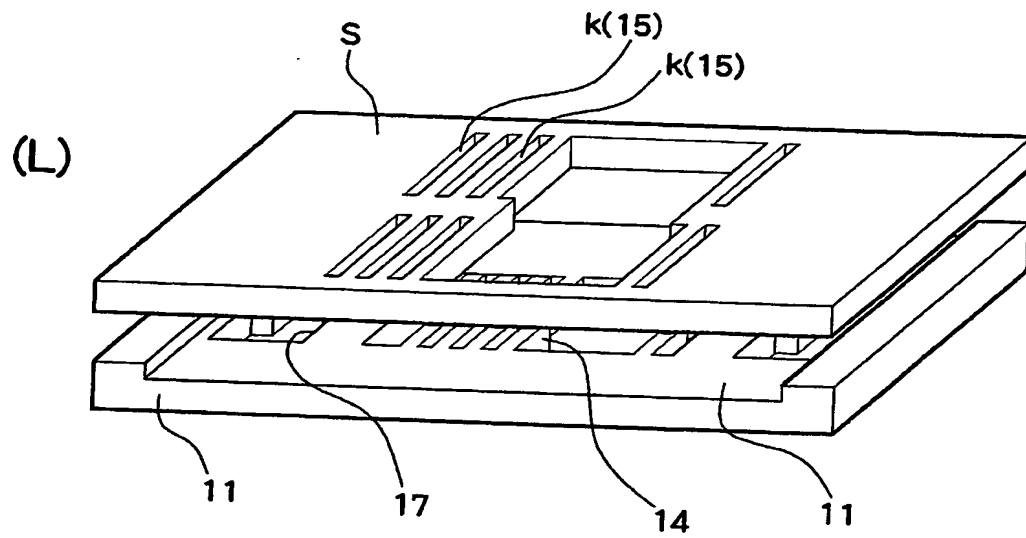
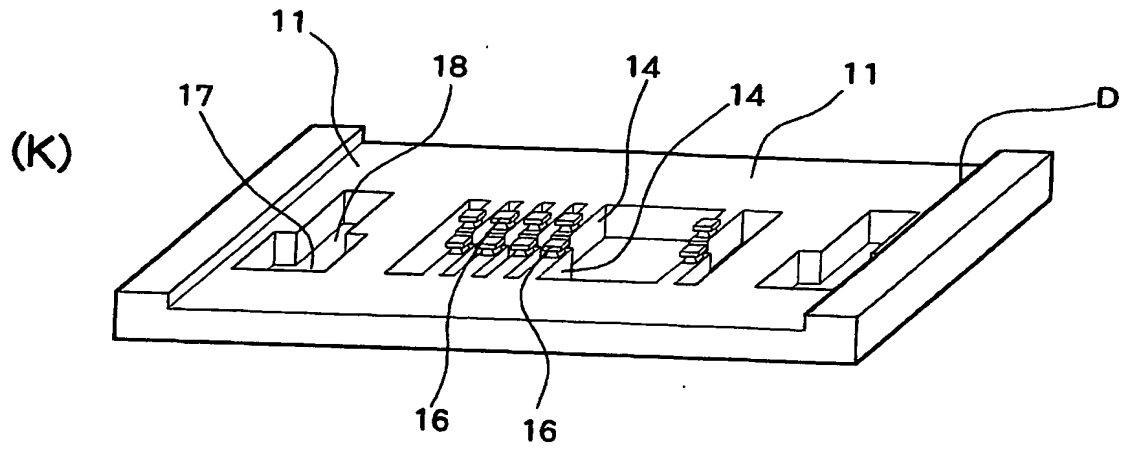


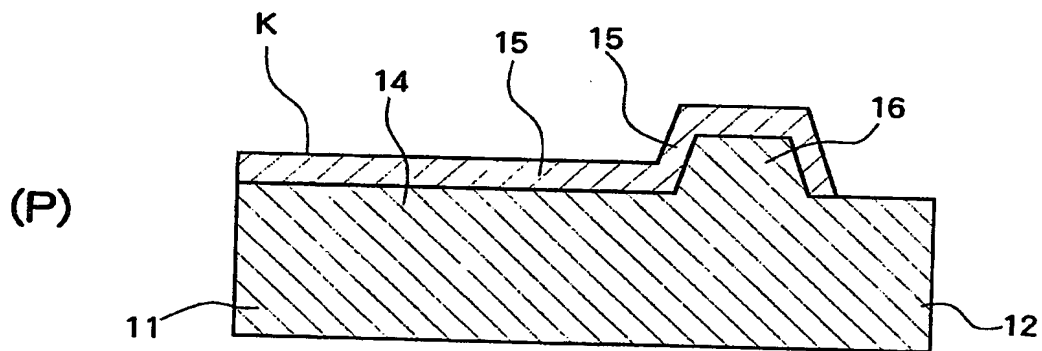
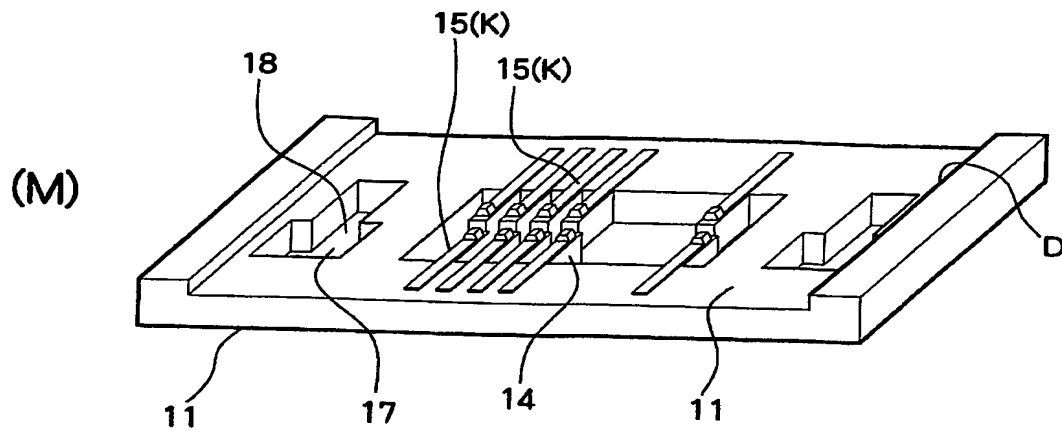
【図 5】

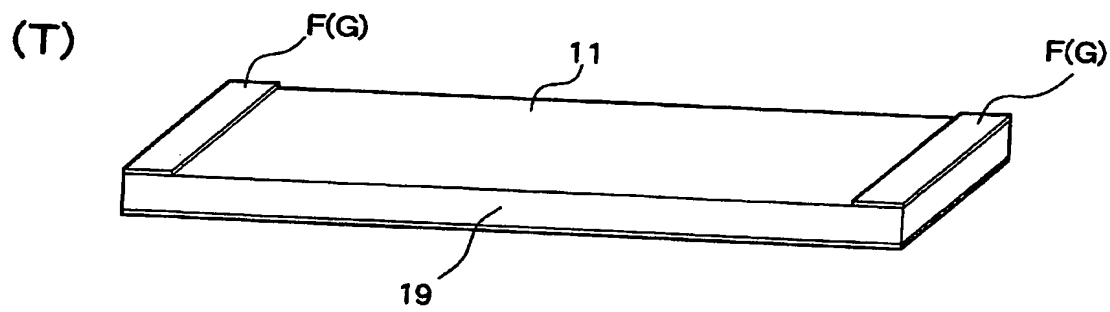
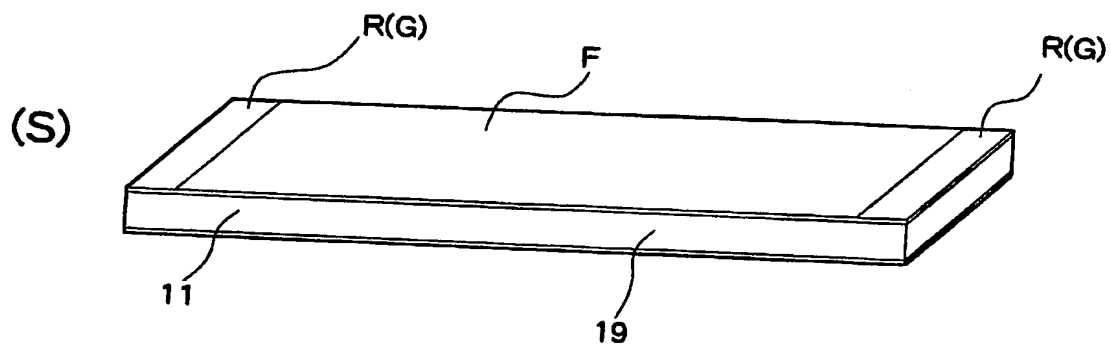
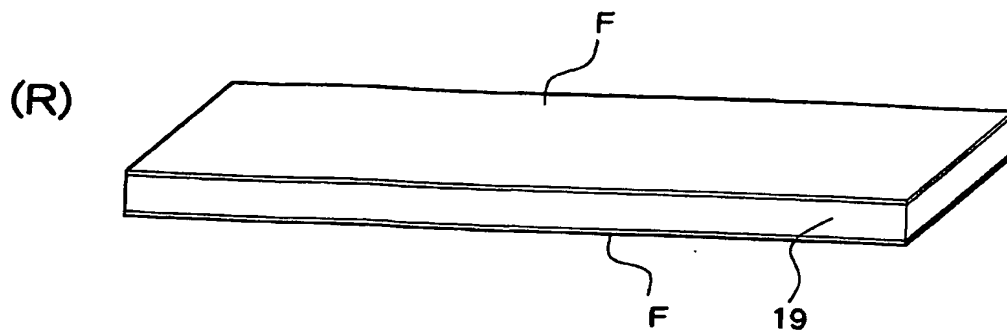




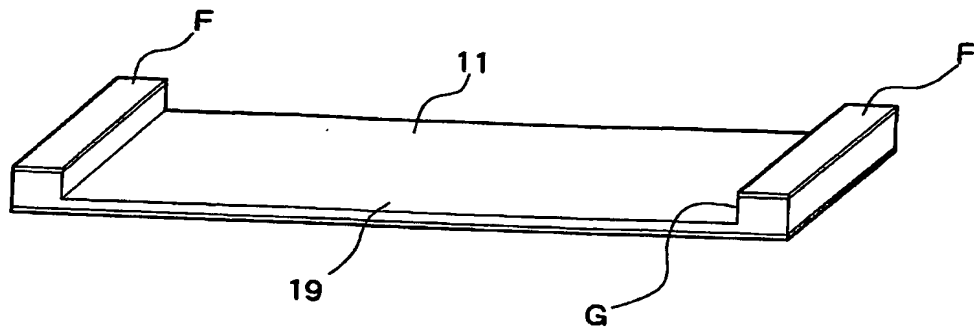




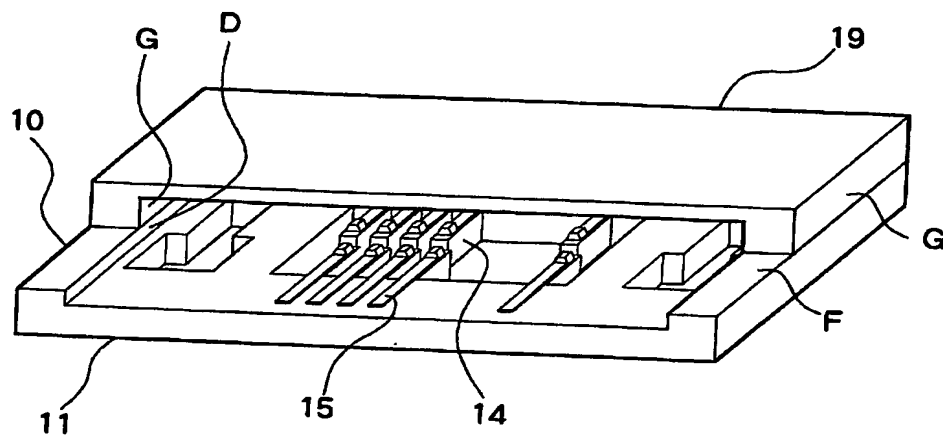




(U)



(V)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 弾接力の向上を図ったマイクロコネクタのソケットの製造方法を得る。

【解決手段】 単結晶シリコンからなる基板 11 に、受圧部 16 を近傍に有する自由端 12 と該基板 11 に連なる固定端 13 を備えた複数の片持ち梁状の端子台 14 を一体に形成したマイクロコネクタ用ソケット 10 の製造方法において、基板 11 の一方の面に対しレジストを塗布する工程と、フォトリソグラフィーで端子台 14 をパターンニングする工程と、異方性エッチングを施し、底を残して所定の高さに端子台 14 を形成する工程と、基板 11 の他方の面に対しレジストを塗布する工程と、フォトリソグラフィーで受圧部 16 のパターンニングを行う工程と、等方性エッチングを施して底を除去する工程とを含む。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000205122]

1. 変更年月日
[変更理由]
住 所
氏 名

1990年 8月22日
新規登録
東京都大田区矢口3丁目7番3号
大宏電機株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.